

## 関 祐二

1953年静岡生まれ。東京農業大学において実践的な土壌学にふれる。75年より農業を営む。営農を続ける中、実際の農業の現場において土壌・肥料の知識がいかに不足しているかを知り、民間にも実践的な農業技術を伝播するべく、84年より土壌・肥料を中心とした農業コンサルタントを始める。  
〒142-03静岡県榛原郡吉田町川尻304  
TEL 0548 (32) 2758

### 第17回

## 自分の畑は自分で診断する

これならわかる「土と肥料」の実践講座



# 肥料

## その3

### 土の機能の理解で実現する 本当の施肥

どうでしょう？ 肥料が配達されてきたとき、または肥料を買いにいったとき、肥料袋の裏側にある肥料生産業者保証票を確かめてみる習慣はできたでしょうか？ いかによいデザインの袋に入れてあっても、どんな素敵なカタログがあるうとも、この保証票はユーザーにとつて

も販売する側にとつても、絶対に公正なものです。

昭和20年代前半まで、販売される肥料の中心は有機肥料でしたから、その品質はたいへんばらつきが大きいため、悪徳商法もまかり通ったことも事実と思います。

肥料に関する法律、肥料取締法を定めることにより、確かな品質の肥料が流通し、そして各肥料袋にきちんと保証票をつけることで安心して肥料が買えるしくみになったのですから、是非、農業生産者はこれを確認し、その内容を活用すべきです。

農業も肥料もセット販売の行なわれていた時代であり、それはそれなりの意味がありますが、肥料の目的はあくまでも不足する成分を補うものであることを忘れないようにしたいものです。

#### リン酸肥料

リン酸肥料の無機態肥料についてまず述べていきますが、この肥料成分の分類と評価は、リン酸成分の溶解性を基準に考えていきます。それは、無機態リン酸はその化学形態によって溶解性に違いがあり、その溶解性の差がそのままリン酸肥料としての使い方の差に直結しているからでもあります。すなわち、保証票への表示についても、以下に説明するような区別が行なわれています。

①水に溶ける……水溶性リン酸

②アンモニア性アルカリのクエン酸液（ペーテルマン液）に溶ける……可溶性リン酸

③2%クエン酸液に溶ける……可溶性リン酸

の3種類にわけられているのです。

リン酸肥料の原料であるこのリン鉱石の主成分は、フッ素アパタイト構造（これはいま歯磨のコマーシャルでおなじみの言葉でしょう）という難しい名前のものがリン酸と結び付いているもので、これはそのままでは不溶性で肥効は示しません。そのため、硫酸などの薬品を使って溶ける形態にして肥料とします。

また有機態のリン酸は土壌中の微生物によって分解されて肥効を示すので、水溶性、可溶性、ク溶性のいずれにもあてはまらないものでありながら、「リン酸全量」として表示されます。

主なリン酸肥料の性質と使用上の留意点を以下に述べます。

#### ●過リン酸石灰

保証成分は可溶性リン酸15%以上、水溶性リン酸13%以上。

主成分はリン酸二石灰で、リン酸そのものの遊離したもの、またリン酸二石灰も含む。副成分としては、60%程度の硫酸石灰（石膏）を含みます。

性状は灰白色か褐色の粉末です。この粉末は散布時に飛散しやすいので、最近では大半が粒状品となっています。また特有の刺激臭があります。

使用上の留意点としては、水溶性が主体のため、土壌中の鉄やアルミニウムと結合しやすく、肥効発現をしにくくなってしまうという点が挙げられます。この対策としては、堆肥に混ぜたり、粒状にしたりして肥効低下を防ぐことです。

#### ●熔リン

欠 乏 徴 候	過 剰 徴 候
1.施設園芸などでは炭酸ガス施用が効果のある場合がある。	
1.植物全体が一様に緑色が減じ、淡黄色になる。 2.植物全体が矮生になり、分げつが減少。 3.根の発達、伸長が鈍化。 4.種実の収量は減じ、品質も落ちる場合が多い。	1.葉が暗緑色、多汁柔軟になり、病害虫、冷害などの抵抗性が減少。 2.茎は伸長し、分げつも増加。耐倒伏性が弱まる。 3.根の伸長は旺盛となるが、細胞が少ない。 4.種実の成熟が遅延する。
1.欠乏症は一般に下葉より発生、上葉に及ぶ。 2.葉幅が狭くなり、暗緑色、緑赤色、赤褐色、青緑色を呈する（アントシアニン色素の生成）。 3.イネ科植物では分げつ低下が顕著。 4.着花数が減じ、開花結実も遅延する。 5.根毛が粗大になり、発育不良となる。	1.一般に過剰症は出にくい。 2.栄養生長がとまって成熟が促進しすぎ、低収になることがある。 3.リン酸多量施用は亜鉛、鉄、マグネシウム欠乏を誘発。
1.欠乏症は古葉より発生。 2.新葉や古葉の中心部が暗緑色を呈し、ついで葉の先端や葉縁部が黄化、壊死し、この葉縁部と健全部との境界が明瞭。 3.葉にしわがよったり、ねじれを生ずることがある。 4.根は主根の付近のみに形成、側方の生長が制限される。	1.過剰吸収しやすいが、過剰症は出にくい。 2.土壌中カリウムの過剰はマグネシウム、カルシウムの吸収を抑制し、これらの欠乏症をまねく。
1.欠乏症は新しい生長点より発生する。 2.生長組織の発育不全で芽の先端は枯死し、また細根の少ない短く太い根を生ずる。 3.子実の充実が不十分で、成熟が妨げられる。 4.トマトの尻ぐされ、セロリ、ハクサイなどの心ぐされ病の原因とされている。	1.一般に過剰症は出にくい。 2.多量の石灰施用はマグネシウム、カリウム、リン酸の吸収を抑制する。 3.高pHはマンガン、ホウ素、鉄などの溶解性を減じ、欠乏症をまねく。
1.葉緑素の形成が妨げられ、葉脈間が黄化。イネ科根ものではスジ状、広葉の植物では網目状の黄化。 2.黄化部の壊死はおこりにくい。 3.カリウムの偏用はマグネシウム欠乏をまねく。	1.土壌中のMg/Ca比が高いと作物生育阻害が起こる。
1.新葉よりも古葉に顕著な黄化現象がみられる（窒素欠乏と類似）。 2.わが国では天然供給量が多く、また硫酸根肥料の施用により硫黄欠乏症はおこりにくい。	1.過剰症はみられない。 2.硫酸根肥料の多量施用は土壌を酸性化する。 3.老朽化水田では硫化水素発生の原因となる。 4.亜硫酸ガスによる煙害が問題となっている。
1.葉緑素の生成が妨げられ、葉は黄化または白色化する。しかし褐色壊死は起こりにくい。 2.欠乏症は上葉より発生する。 3.硫酸第一鉄溶液のスプレーで回復する。 4.リン、マンガン、銅の過剰吸収は鉄欠乏をまねく。	1.イネの還元障害はFe <sup>2+</sup> の吸収によるとの説がある。 2.多量の鉄資材の投与はリン酸固定を増大し、肥効を減ずる。

保証成分は、ク溶性リン酸17%以上、アルカリ分40%以上、ク溶性苦土12%以上。副成分として、マグネシウム、ケイ酸、カルシウムを含みます。

水溶性ではないので、肥効は遅いが土壌による無効化は受けにくく、またアルカリ性なので、酸性改良の効果もあります。リン成分の他、マンガン、ホウ素を含むB M熔リンやホウ素を含むB 熔リンがあります。

過リン酸石灰はリン鉱石に硫酸を加えて反応、熟成させたものですが、熔リンはリン鉱石に蛇紋岩や苦土含有物を混合し、これを高温で溶融し、急冷し粉砕したものです。

●重焼リン

リン鉱石を焼成した焼成リン酸肥料に、蛇紋岩またはカンラン岩を混合し、リンサンスラリー（リン鉱石にリン酸液または硫酸を加えた分解液）を加え造粒したもの。保証成分はク溶性リン酸35%、うち水溶性リン酸16%、ク溶性苦土3・5%、ク溶性マンガン1%、ク溶性ホウ素0・5%となっていて、ク溶性と水溶性リン酸を半々に含むもので、初期生育には水溶性リン酸が吸収され、生育後半はク溶性リン酸が効くこととなります。

以上、リン酸肥料の代表的なものを説明しましたが、どうして溶解性を細かく述べるかというと、土壌の持つ性質の中に、リン酸吸収固定というものがあるからです。これは土のコロイド核のアルミニウムや鉄がリン酸と強く結びつき、肥効のない形にしてしまうからです。この結びつきやすいリン酸の形は、水溶性のもの。

植物必須要素一覧（微量要素は除く）

		吸収形態	主な生理作用
十 要 素	酸素 (O)	H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub>	1、呼吸作用上不可欠。 2、水、炭酸ガスの構成元素。 3、澱粉、脂肪、タンパク質、繊維など植物構成成分中の主要元素。
	水素 (H)	H <sub>2</sub> O、H <sup>+</sup> 、OH <sup>-</sup>	1、水として植物体内中のあらゆる生理作用に関与。 2、葉緑体内で水を分解して作られる。 3、酸素と同様多くの有機化合物の構成元素。
	炭素 (C)	CO <sub>2</sub> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1、空気中の炭酸ガスを吸収同化（光合成作用）。 2、酸素と同様有機化合物合成上不可欠。 3、一部呼吸作用の最終生成物炭酸ガスとして放出。
	窒素 (N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1、原形質の主成分であるタンパク質構成元素。 2、光合成に必要な葉緑素、各種体内代謝を促進する酵素、ホルモン、細胞分裂や遺伝に与る核酸、酵素の構成元素。 3、生長を促進し、養分吸収、同化作用を盛んにする
	リン (P)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1、光合成、呼吸作用、糖代謝などの中間生成物として重要。 2、ATP、ADPとして植物体内のエネルギー伝達に重要な役割を演ずる。 3、重要な生理作用に関与する核酸、酵素の構成元素。 4、一般に植物の生長、分げつ、根の伸長、開花、結実を促進。
	カリウム (K)	K <sup>+</sup>	1、光合成や炭水化物の蓄積と関係を持ち、日照不足時施用効果が大きい。 2、硝酸の吸収、体内での還元、蛋白質合成に関係。 3、細胞の膨圧維持による水分調節（冷害抵抗性の増大）。 4、病虫害抵抗性の増大。5.開花結実の促進。
	カルシウム (Ca)	Ca <sup>2+</sup>	1、ペクチン酸と結合し、植物細胞膜の生成と強化に関係。 2、有機酸など有害物質の生体内中和。 3、炭水化物代謝に必要という説もある。 4、根の生育を促進する。
	マグネシウム (Mg)	Mg <sup>2+</sup>	1、葉緑素の構成元素。 2、リン酸の吸収、体内移動に関与する。 3、炭水化物代謝、リン酸代謝に関係する多くの酵素の活性化。また酵素の構成元素でもある。
	硫黄 (S)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1、タンパク質、アミノ酸、ビタミンなどの生理上重要な化合物を作り、植物体中の酸化、還元、生長の調整などの生理作用に関与。 2、植物体中の特殊成分の形式（シニグリンなど）。 3、炭水化物代謝、葉緑素の生成に間接的に関与。
	鉄 (Fe)	Fe <sup>2+</sup> 、Fe <sup>3+</sup>	1、葉緑素の生成に関与。 2、植物体内で銅、マンガンなどと拮抗作用。 3、鉄酵素として生体内の酸化還元反応に関与。

水溶性は速効的であるという面はあっても、同時に無効化してしまう確率も高いのです。

そのため、水には溶けず、土壌中に施されると、土壌の中の化学作用によってリン酸成分が少しずつ溶け出すのです。少しずつ溶け出し、それが順次作物根に吸収されていく、これが水溶性以外のリン酸肥料が吸収されるメカニズムとして説明されています。

しかし、土の中で溶けるにしても、そのままの環境があり、一定の溶解する度合を規定することは土壌条件の中では不可能なので、先に述べたような、ある特定の薬品の特定濃度の中での溶解性を論じるのです。

このようなことから、リン酸肥料の効かせ方については、特別の注意が必要となります。

まず、土壌のpHを調整することが大切です。これは中性域にしておくというところで、pH 5・5～6・5付近にしておくということです。

酸性側に傾くと、土壌中の鉄やアルミニウムが活性化して、リン酸成分と強く結びつくこととなります。

またこの対策として、有機物施用もたいへんに効果があります。

ですから、土壌分析してリン酸不足が判明し、リン酸肥料を施す際には、同時に有機物施用をすることが大切です。

また、土壌との直接の接触をなるべく少なくするためにも、有機物との混合施用を心掛けるべきです。

そして施用したリン酸は、その位置からあまり移動しないので、表層にパラッ

とまくだけでは、根の吸収ができないので、根の多く分布するところまで混合してやること、また永年作物では植栽前に植穴を掘って、そこに熔リンを施す慣行法は意味があるので。つまり、施肥する位置に注意する必要があるということです。

また施肥時期についても、元肥中心とし、追肥効果はあまり期待すべきではありません。それに今回述べたようなリン酸肥料の溶解度の違いを使用方法に結びつけるなら、リン酸吸収の弱い土、たとえば砂質土、砂壤土、河川流域に分布するような沖積土なら、水溶性のリン酸でよく、逆に火山灰土のようなリン酸を無効化してしまう土壌では、ク溶性を主体に使うべきです。また、地温の低いときは吸収が悪いことも研究されています。窒素肥料を考えるときもそうでしたが、土壌、作物、水分その他あらゆる要因を一体のものとして考えることです。

### 加里肥料

カリ成分は、与える肥料も無機態にいては2種類、つまり、硫酸カリと塩化カリがあるのみです。

### ●硫酸カリ

水溶性カリを50%含むもので、中性でどんな肥料とも配合することができません。副成分として硫酸根を含むため、土壌を酸性にしてい、速効性。灰白色や象牙色のものがありますが、成分的には差はありません。畑地作物には好適ですが、水田土壌には不適である。

### ●塩化カリ

水溶性カリを60%含む。水に溶けやすく、吸湿性が強い。

塩素を副成分として含むので、これを嫌うタバコ、ジャガイモには不向きであるし、イモ類はカリの吸収が大切である一方、塩化カリを使うと繊維の多いイモとなってしまう。このため、逆に麻や綿のような繊維作物には好適です。

### 石灰質肥料

石灰と苦土に関しては「アルカリ分」という用語が出てきますが、これは土壌の酸性を中和することができる力を表わす数値です。過リン酸石灰のように、石灰を含んでいても中和することのない石灰はこの数値には入ってきません。

石灰質肥料は、数少ない国内に存在する資源の一つで、石灰岩の鉱床は全国的に分布しています。

石灰岩は、主成分が炭酸カルシウムであり、これを粉末にしたものが石灰質肥料の最も基本的なものです。これを加熱して生石灰としたもの、またこの生石灰に水を加えて消石灰にしたものも酸性矯正力の強いものとしてありますが、強いアルカリ性を取り扱いの難しさがあり、生石灰などはとくに使用量の少ないものです。

石灰質肥料の主流は、石灰のみでなく苦土も含む炭酸苦土石灰です。これは石灰岩の鉱床の中に層状にあり、苦石灰石（下ロマイト）と呼ばれ、炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムの両方を含むもので、この粉末が最も一般的といえます。

### ●生石灰

アルカリ分80〜100%。水を加えると発熱するので取り扱いには注意を要します。しかし他の資材と較べると、アルカリの強い少量で改良できるので、そのメリットは大きい。

### ●消石灰

アルカリ分60〜75%。生石灰と同様に強いアルカリ性だから、散布後の施肥、播種、定植は1週間ほど後とします。

### ●炭酸石灰

アルカリ分53%。

### ●炭酸苦土石灰

アルカリ分53%。有効石灰30〜40%。有効苦土15〜17%。

この二者は、ともにそれほどアルカリ性は強くないので、散布後ただちに播種や定植しても障害は出ません。

### ●転炉滓

アルカリ分40%。これは含鉄資材として紹介されることが多いのかもしれないが、石灰資材として、またリン酸分や微量要素も含み、そしてたいへんコストの安いものです。

### ●貝化石

アルカリ分35%。成分のバラツキはありますが、良質のものはアルカリ分50%ぐらいあり、また微量要素もかなり含まれます。富山県産は良質なものが多い。カキ殻も貝化石同様の良質石灰資材です。

### 苦土質肥料

苦土欠乏症は、古葉の葉脈間が黄化して症状を表わすもので、欠乏症の中では発見しやすいものです。そしてこの欠乏は、苦土そのものが不

足して吸収されない場合と、加里過剰によつて欠乏症を起こしてしまう場合があるので、土壌診断と現場の観察を見につけることが前提です。

### ●硫酸苦土（硫マグ）

水溶性の速効性肥料。欠乏症が出はじめたとき、これを施すと見事に回復します。1%ぐらいの液を葉面散布するのも効果がある。水溶性苦土を16〜25%ぐらい含みます。

### ●水酸化苦土

ク溶性苦土50%。酸性矯正力は弱く、弱酸性土壌に施すにはいいのですが、強酸性土壌では石灰肥料を同時に使うことをしないと、うまく矯正できません。

しかし苦土欠乏土壌の根本的改良には好適な資材です。ホウ素も含まれますが、含量はホウ素欠乏の予防くらいに考えるべき程度です。

### ●腐植酸苦土肥料

亜炭を硝酸で分解して作った腐植酸（二トロクミン酸）に苦土を加えて中和したものの。腐植酸は堆肥同様の効果があるということですが、あくまで苦土の施用が目的と考えるべきです。

\* \* \*

以上、リン酸、加里、石灰、苦土質肥料について解説してきましたが、商品名だけを頼りにその肥料を自分の近くで探し求めるのではなく、保証成分を知り、これを頼りに調べる習慣を身につけていくべきです。

（参考文献：（社）農林統計協会出版『ポケット肥料要覧』、農文協『肥料便覧』）